Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. Bull. K. Belg. Inst. Nat. Wet.	Bruxelles Brussel	31-XII-1974
50	B I O L O G I E	8

DIFFUSION ET MIGRATION DE L'EAU POLLUEE LE LONG DES PLAGES BELGES

Nouvelle expérience avec rejet de 100 kg de rhodamine B

Conclusions préliminaires

PAR

Z. Dartevelle, J. Pinon, R. Rousseau et W. Deschacht

(Avec 2 planches hors texte et 1 dépliant)

SOMMAIRE

Résumé ... 2

1. Introduction ... 2

2. Conditions de l'expérience :
   - 2.1. — Choix de l'indicateur coloré ... 3
   - 2.2. — Lieu ... 3
   - 2.3. — Date et heure ... 5
   - 2.4. — Conditions météorologiques et océanographiques ... 5

3. Techniques utilisées :
   - 3.1. — Opérations préliminaires ... 5
   - 3.2. — Prélèvements ... 7
   - 3.3. — Position des points de prélèvement et coordination des opérations ... 7
   - 3.4. — Dépouillement ... 7

4. Résultats ... 8

5. Expérience bactériologique ... 9

6. Conclusions ... 9

Bibliographie ... 18

RESUME

Cent kilos de rhodamine B mis en solution, ont été rejetés dans les eaux littorales de la côte belge, à partir d'un égout.

La dispersion du rejet a été suivie et située par 4 théodolites optiques et par photographies aériennes.

Les échantillons d'eau prélevés dans la tache colorée et à ses limites, durant un cycle complet de marée, ont ensuite été soumis à l'analyse spectrofluorimétrique.

Les résultats mettent en évidence la complexité des facteurs exerçant leur effet sur les mouvements de l'eau.

Le courant de dérive semble principalement dû au vent.

Les vents dominants contribuent à maintenir les eaux usées étroitement liées à la bordure de l'eau et sur une distance de plusieurs kilomètres.

SUMMARY

A solution of one hundred kilograms of B rhodamin was introduced in a sewer which discharges into the sea.

The dispersion of the discharge was observed and located by means of 4 optical theodolites and by air photographs.

Water samples were collected in the coloured plume and on its boundaries during a whole tidal cycle. They were analysed by spectrofluorimetry.

The results demonstrate the complexity of the factors that affect water movements. The drift seems to be mainly due to the wind.

The predominating winds contribute to maintain the waste water closely to the water line over a distance of several miles.

INTRODUCTION

Les recherches effectuées en Belgique au cours des dix dernières années ont largement contribué à une meilleure connaissance de notre environnement littoral, notamment dans le domaine des pollutions bactériologiques.

En 1964, G. PERSOONE a entrepris une série d'études sur les bactéries marines. Il s'intéressait principalement aux bactéries contaminant les surfaces.

En 1966, E. LELOUP et P. POLK ont effectué des observations sur la salissure dans le port d'Oostende.

En 1968, G. PERSOONE a publié une étude sur la pollution du port d'Oostende.

En 1970, J. KUFFERATH a contrôlé la qualité des eaux côtières durant la période estivale.

En 1971, Z. DARTEVELLE a examiné les corrélations possibles entre les pollutions bactériologiques et différents paramètres physico-chimiques tandis que J. BARBETTE, dans le cadre du Programme National d'Etude de l'Environnement Physique et Biologique « Projet Mer du Nord », a fait l'évaluation des populations bactériennes en mer.

En 1972, dans la continuité de ce même programme, P. POLK, L. DE CONINCK, J. BOUQUIAUX et P. HERMAN ont effectué, entre autres travaux, des dénombrements de bactéries en mer, dans les eaux côtières, dans les sédiments et dans l'estuaire de l'Escaut. Durant la même année, J. PINON et al. ont entrepris des études intensives relatives aux pollutions bactériologiques le long de la côte belge.

En 1973, A. LAFONTAINE et al. ont fait part des résultats de quelques séries d'investigations durant une vingtaine d'années, sur la pollution bactérienne des eaux de mer du littoral et Z. DARTEVELLE a publié des considérations sur l'état bactériologique de quelques plages belges.

Ces diverses études ont mis en évidence la concentration élevée, en bordure des plages, de polluants bactériologiques d'origine fécale.

Le 29 mai 1973, un rejet de 10 kg de rhodamine B réalisé en mer du Nord, à partir d'une embouchure d'égout, a confirmé ces constatations (J. PINON, Z. DARTEVELLE et W. DESCHACHT). Deux heures après le rejet, un prélèvement réalisé à hauteur de la ligne d'eau située à plus de 1 km du point d'injection, a révélé une concentration en rhodamine du même ordre de grandeur que celui constaté dans la tache colorée quelques minutes après le rejet. La dilution était donc lente et le déplacement de la tache étroitement lié à la côte. A une centaine de mètres au large, les concentrations étaient 100 à 200 fois plus faibles.

La réussite de cette expérience préliminaire a permis la mise au point d'une technique de travail qui s'est révélée efficace lors de l'expérience principale décrite ici et effectuée le 8 mai 1974.

Le 27 juillet 1974, nous avons, à titre de confirmation, prélevé de l'eau en bordure de mer, de part et d'autre de l'égout de déversement, afin d'en vérifier la concentration en coliformes totaux.

2. — Conditions de l'expérience

2.1. — Choix de l'indicateur coloré

Comme pour l'expérience précédente, la rhodamine B a été choisie pour sa solubilité suffisante, sa stabilité, sa sensibilité à la détection et son inocuité; de plus, elle offrait la possibilité d'observation visuelle et permettait l'analyse quantitative d'un grand nombre d'échantillons par des méthodes bien spécifiques.

2.2. — Lieu

La plage de Westende a été retenue en fonction des mêmes considérations que celles ayant déterminé son choix lors de l'expérience de 1973.

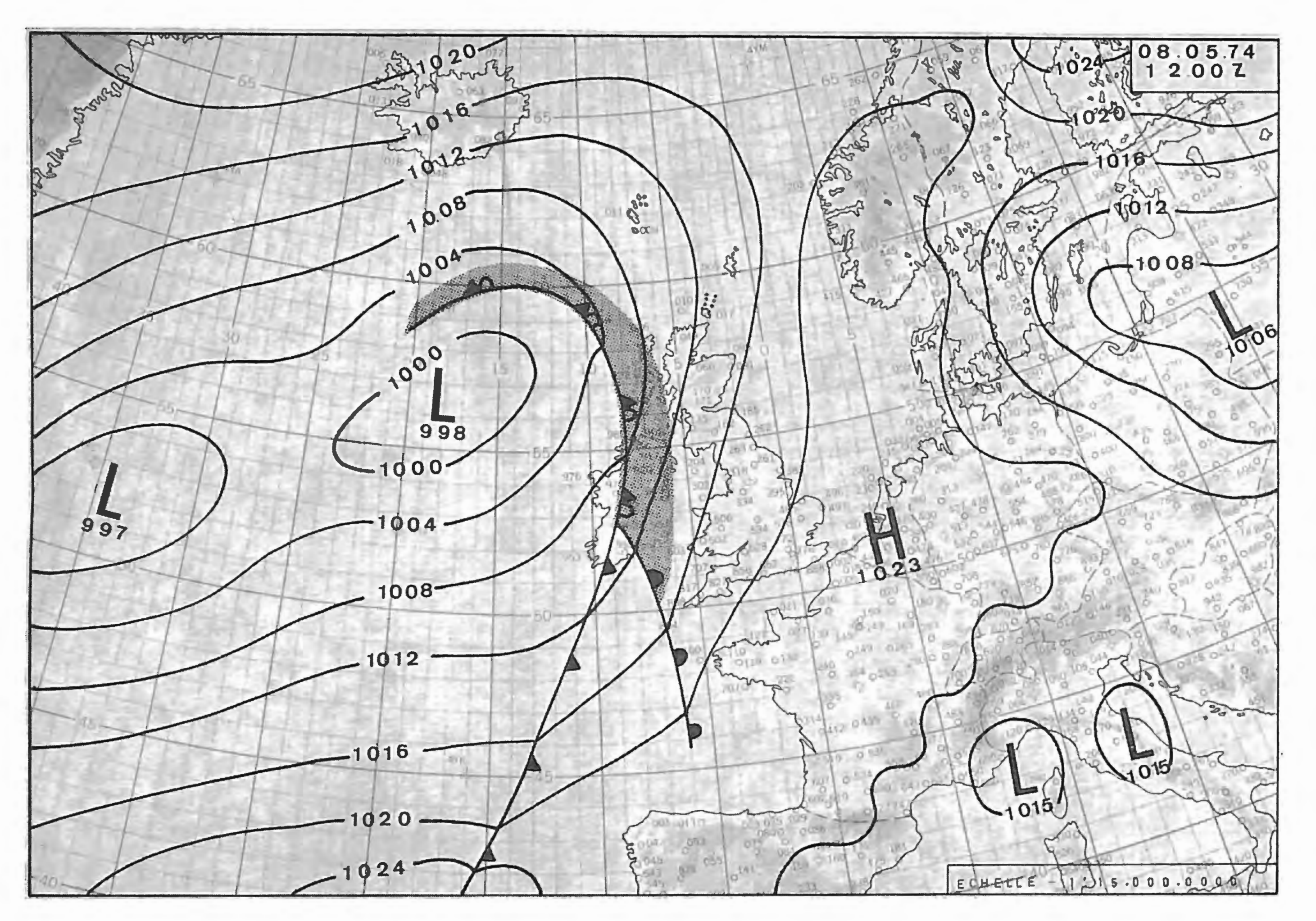


Fig. 1. — Situation météorologique générale du 8 mai 1974 à 0 h 01.

2.3. — Date et heure

Afin de ne pas gêner les estivants, l'expérience devait être réalisée en dehors des mois de juillet et août. De plus, la période choisie devait répondre aux critères suivants :

— état de la mer calme avec vent faible ou nul,

— bonne visibilité,

— absence de pluie,

— durée du jour supérieure à 12 heures,

— marée des moyennes eaux avec marée basse matinale, afin de pouvoir suivre la dispersion du colorant au moyen d'instruments optiques durant un cycle complet de la marée.

Compte tenu de ces considérations, la date du 8 mai fut retenue. Elle se situait dans la période des moyennes eaux avec la première marée basse à 8 h 30.

Le rejet a débuté à 9 h 12.

2.4. — Conditions météorologiques et océanographiques

Les prévisions météorologiques, confirmées par les observations faites au cours de cette journée, étaient favorables.

Une faible zone de hautes pressions, située entre deux zones de basses pressions, se déplaçait lentement vers l'Est. Le vent, dont la vitesse moyenne était de 3 nœuds, soufflait du secteur Ouest Nord-Ouest et a progressivement évolué vers le secteur Sud-Ouest. La mer était calme, la visibilité très bonne et on n'enregistrait aucune précipitation. La température de l'air était comprise entre 9 et 11 °C tandis que celle de l'eau de mer atteignait 9 °C. Le ciel, peu nuageux le matin, devait se couvrir progressivement dans le courant de la matinée pour devenir couvert à partir de l'après-midi.

Le courant de marée était dirigé vers le Sud-Ouest; sa vitesse au large de Westende était de 2,13 km/h.

3. — Techniques utilisées

3.1. — Opérations préliminaires

Cent kg de rhodamine B en solution hydro-alcoolique, d'un volume total de 1.000 l, ont été injectés dans un puits de contrôle de l'égout situé sur la digue et, par un tuyau de décharge traversant la plage, amenés au niveau de la ligne d'eau à marée basse. Le débit de l'émissaire était à ce moment d'environ 1 m^3/min.

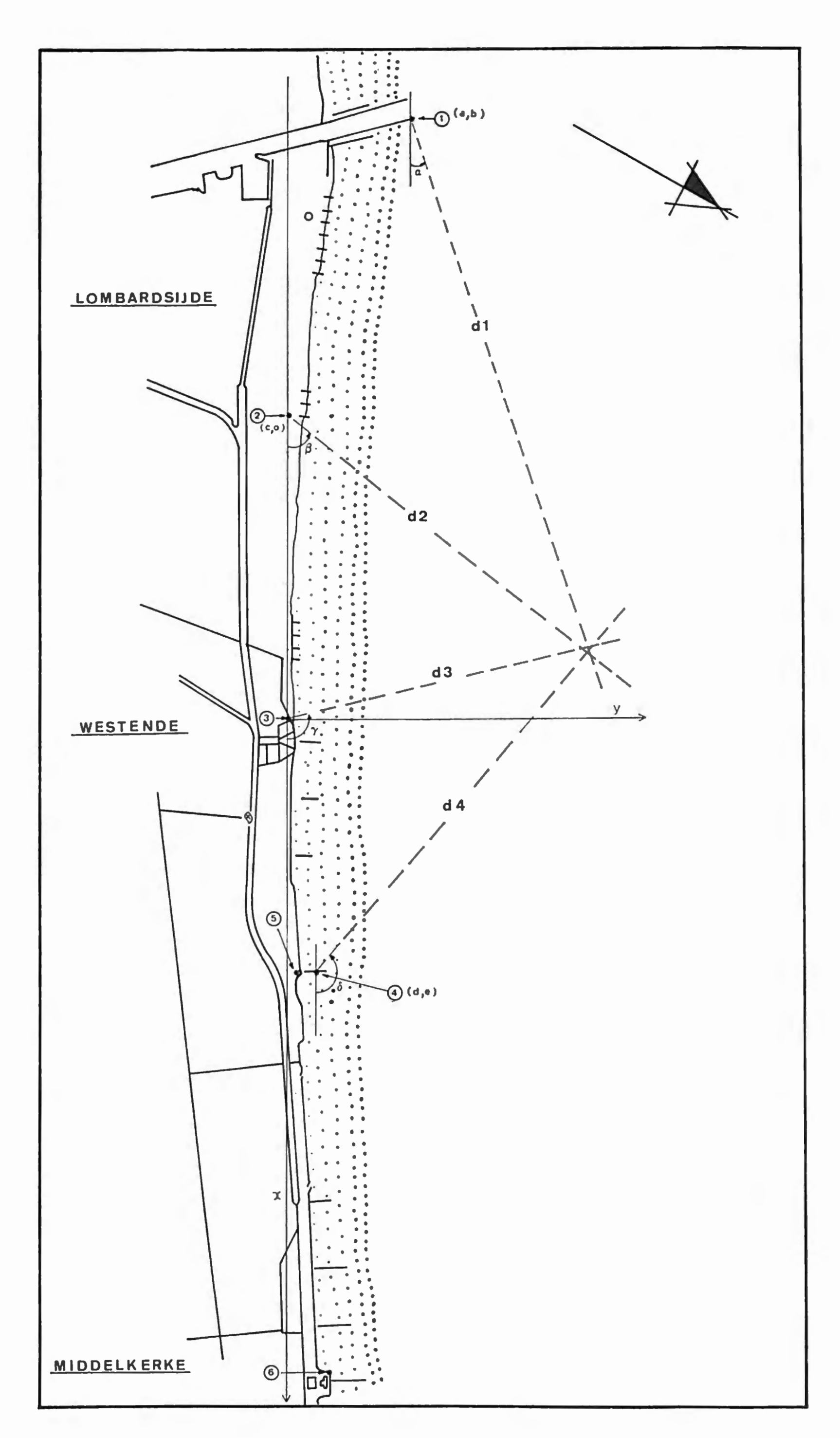


Fig. 2. — Schéma d'emplacement des théodolites.

3.2. — Prélèvements

Les prélèvements d'eau de mer colorée étaient faits à partir de 2 embarcations de type « Zodiac » et d'un véhicule amphibie. En outre, 2 plongeurs longeaient la ligne d'eau de part et d'autre du point de rejet afin de prélever des échantillons en bordure de mer, endroit peu accessible aux embarcations.

Les points de prélèvement étaient déterminés en fonction de la situation du moment, à des endroits situés dans les taches colorées ou à leurs limites.

La fréquence moyenne des prélèvements était de l'ordre de 1 toutes les 2 minutes. Les échantillons étaient recueillis dans des flacons en verre, à quelques centimètres sous la surface de l'eau et, après identification, placés dans des caisses en vue de leur expédition vers le laboratoire d'analyses.

3.3. — Position des points de prélèvement et coordination des opérations

La position de chaque point de prélèvement a été relevée au moyen de 4 théodolites optiques placés le long de la côte, à des endroits choisis, indiqués sur la figure 2 par les chiffres de 1 à 6.

Compte tenu de la marée et du déplacement de la tache colorée, les emplacements 1, 2, 3 et 4 ont été occupés durant la première partie de l'expérience; les emplacements 1, 2, 3 et 5 durant la deuxième partie et les emplacements 1, 3, 5 et 6 durant la dernière partie.

Un système de communication par « walkie-talkie » assurait une liaison permanente et une coordination efficace entre les divers participants.

Les points de prélèvement étaient signalés par des ballons de couleur et le moment du prélèvement était communiqué par radio. De cette façon, les spécialistes préposés aux 4 théodolites pouvaient aisément viser le même point simultanément. Les lectures aux théodolites furent effectuées au 1/100 de degré.

Des photographies aériennes prises le matin et l'après-midi, ont été d'une aide précieuse dans le contrôle de la position des points de prélèvement; de plus, elles ont permis une représentation globale de la tache colorée à différents moments de l'expérience (Fig. 4 et 5).

3.4. — Dépouillement

La concentration des échantillons de rhodamine a été déterminée au moyen d'un spectrofluorimètre Farrant MK1; lorsqu'elle était inférieure à $5{,}10^{-8}$ g/ml, le procédé d'extraction suivant était utilisé :

— addition à 250 ml d'eau de mer, de 5 ml d'HCl N et de 25 ml d'alcool isoamylique;
— agitation pendant 5 min. et séparation de la phase organique;
— addition de Na_2SO_4 anhydre;

— agitation et centrifugation;
— mesure de la fluorescence de la solution surnageante.

Le seuil de détection atteignait de cette manière, une concentration de 10^{-12} g/ml.

Le calcul des coordonnées des points de prélèvement fut effectué à partir des équations des différentes droites de visée; par exemple :

$$d_1 : y = (x - a)tg\alpha + b$$
$$d_2 : y = (x - c)tg\beta$$
$$d_3 : y = x.tg\gamma$$
$$d_4 : y = (x - d)tg\delta + e$$

Les coordonnées des intersections de ces différentes droites sont :

$$d_1\ d_2 \qquad x_1 = \frac{a.tg\alpha - c.tg\beta - b}{tg\alpha - tg\beta} \qquad y_1 = (x_1 - c)tg\beta$$

$$d_1\ d_3 \qquad x_2 = \frac{a.t.g\alpha - b}{tg\alpha - tg\gamma} \qquad y_2 = x_2.tg\gamma$$

et ainsi de suite pour les 6 coordonnées.

Les résultats aberrants ayant été éliminés, la moyenne arithmétique des coordonnées ainsi trouvées donne la position des points de prélèvement.

Après leur programmation, les calculs ont été effectués à l'aide d'un ordinateur Hewlett-Packard, modèle 2116 B.

4. — Résultats

Au total, 300 échantillons ont été récoltés au cours de cette expérience; 256 d'entre eux ont été retenus.

Les points de prélèvement et les concentrations qui y ont été mesurées sont indiqués sur une carte de la côte (fig. 3).

Le tracé des taches colorées a été fait à partir de photographies aériennes.

Le tracé rouge indique les limites de la tache colorée à 11 h 22; à l'intérieur de celle-ci figurent les valeurs des concentrations en rhodamine à différents points, entre 10 h 22 et 11 h 20.

Ces concentrations s'échelonnent de $0{,}3 \times 10^{-9}$ à 13.500×10^{-9} g/ml.

Le tracé orange indique les limites de la tache colorée à 14 h 08; à l'intérieur de celle-ci figurent les valeurs des concentrations en rhodamine à différents points entre 14 h 08 et 15 h 08.

Ces concentrations s'échelonnent de 6×10^{-9} à 60×10^{-9} g/ml.

Les cercles noirs indiquent les endroits de prélèvement et les concentrations en rhodamine qui y ont été relevées entre 17 h 08 et 18 h 24, soit de 8 à 9 h après le rejet.

Ces concentrations s'échelonnent de $0{,}2 \times 10^{-9}$ à 15×10^{-9} g/ml.

Les limites de la tache ne sont plus perceptibles; elles dépassent vraisemblablement les positions indiquées sur la carte.

La ligne d'eau est soulignée par un trait interrompu.

5. — Expérience bactériologique

L'expérience bactériologique du 27 juillet 1974 a porté sur le dénombrement des coliformes totaux contenus dans l'eau de mer à proximité de l'égout de déversement.

L'eau a été prélevée en surface au moyen de flacons stériles.

Les échantillons ont été transportés au laboratoire de Lombardsijde et traités immédiatement.

Des dilutions décimales de chaque échantillon ont été filtrées sur membrane millipore de 0,45 μ, déposée ensuite sur milieu Endo et placée à l'étuve, à 37 °C, durant 24 heures.

Nous avons obtenu les résultats suivants exprimés en nombre de coliformes par ml d'eau :

Au Nord-Est de l'égout, à une distance de :

1 m	trop élevé pour être compté dans nos conditions d'analyse
10 m	trop élevé pour être compté dans nos conditions d'analyse
20 m	3.500
30 m	2.210
40 m	2.800
50 m	2.100
100 m	8

Au Sud-Ouest de l'égout, à une distance de :

1 m	10
10 m	20
20 m	0
30 m	0
40 m	0

Cette répartition des valeurs correspond au schéma de la première expérience de rejet de rhodamine qui avait eu lieu dans des conditions de vent et de marée identiques.

6. — Conclusions

Il est devenu aujourd'hui un lieu commun de déclarer que certaines eaux littorales et certaines plages sont insalubres et que, dans l'état actuel des choses, les risques de contamination ne peuvent qu'augmenter avec

l'accroissement de la population, l'urbanisation des régions côtières, l'expansion des zones industrielles et l'essort du tourisme.

Néanmoins, il nous a paru intéressant de visualiser une dispersion d'eau d'égout, afin de souligner la complexité des phénomènes de diffusion et de migration le long des plages soumises à de fortes marées.

A ce propos, L. VAN MEEL (1972) fait remarquer que « les mouvements des eaux en surface et en profondeur présentent, dans la mer du Nord, une complexité qui échappe presque à l'analyse. Si délicate que soit l'étude de ces mouvements dans le milieu océanique, elle l'est bien plus encore dans une mer bordière où l'afflux des eaux douces, l'influence des petits fonds et les faits météorologiques terrestres se mêlent à l'économie générale du milieu marin ».

La dérive, résultante des diverses composantes agissant sur les mouvements de l'eau, est difficilement calculable et encore moins prévisible. Par contre, elle peut être, nous semble-t-il, mise localement en évidence par un rejet coloré.

Nous référant aux cartes de la Mer Flamande éditées par le Service Hydrographique d'Oostende, considérons, au départ d'un point « J » situé à 51° 12′ 07″ Nord et à 02° 49′ 01″ Est, le comportement théorique d'une particule d'eau soumise aux courants de marée.

Ce point est l'endroit le plus proche du rejet, où la courantométrie est systématiquement établie. Nous faisons les restrictions qu'il convient quant à son éloignement du point de rejet et aux différences que ce fait peut entraîner dans le comportement des courants. Cependant, nous disposons là d'un critère sur la base duquel nous pouvons établir quelques comparaisons avec le déplacement d'une particule d'eau colorée rejetée par l'égout.

En mai 1973, 2 heures après le rejet, une particule d'eau, initialement située au point « J », devait théoriquement s'être déplacée de 4,3 km en direction du Sud-Ouest alors qu'en réalité, la particule d'eau colorée rejetée par l'égout avait parcouru 1,8 km en direction du Nord-Est. Un vent soufflant du Sud-Ouest avec une vitesse de 22,2 km/h avait donc inversé la direction théorique que devait prendre la tache colorée.

En mai 1974, 4 heures après le rejet, la particule d'eau du point « J » aurait dû atteindre son point le plus éloigné situé à 6,5 km vers le Sud-Ouest alors que la particule d'eau colorée ne se trouvait en réalité qu'à une distance de 1,2 km dans la même direction.

Le vent qui soufflait du secteur Ouest avec une vitesse de 7,4 km/h avait, cette fois, non plus inversé mais freiné le mouvement de la tache colorée.

En mai 1974, 9 heures après le rejet, la particule d'eau du point « J » aurait dû atteindre son point le plus éloigné situé à 6,5 km vers le Nord-Est alors que la particule d'eau colorée se trouvait à une distance de 4 km dans la même direction, soit aux environs du casino de Middelkerke. A ce moment de la journée, un vent très faible (< 3 km/h) ne semble plus avoir influencé le déplacement de la tache colorée.

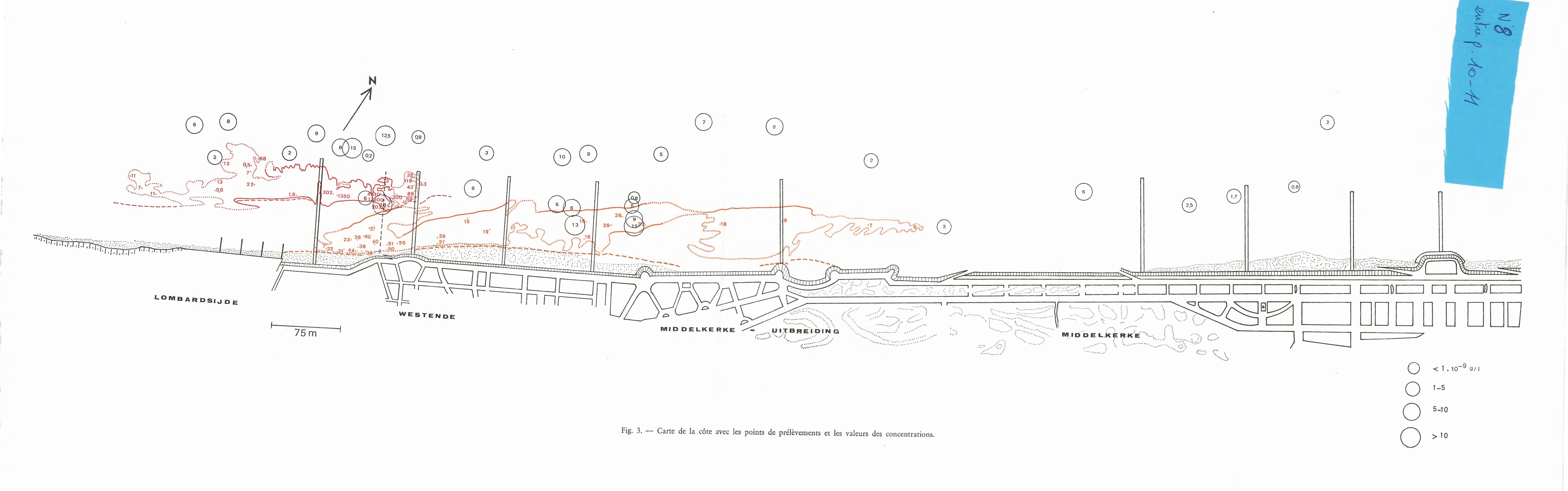


Fig. 3. — Carte de la côte avec les points de prélèvements et les valeurs des concentrations.

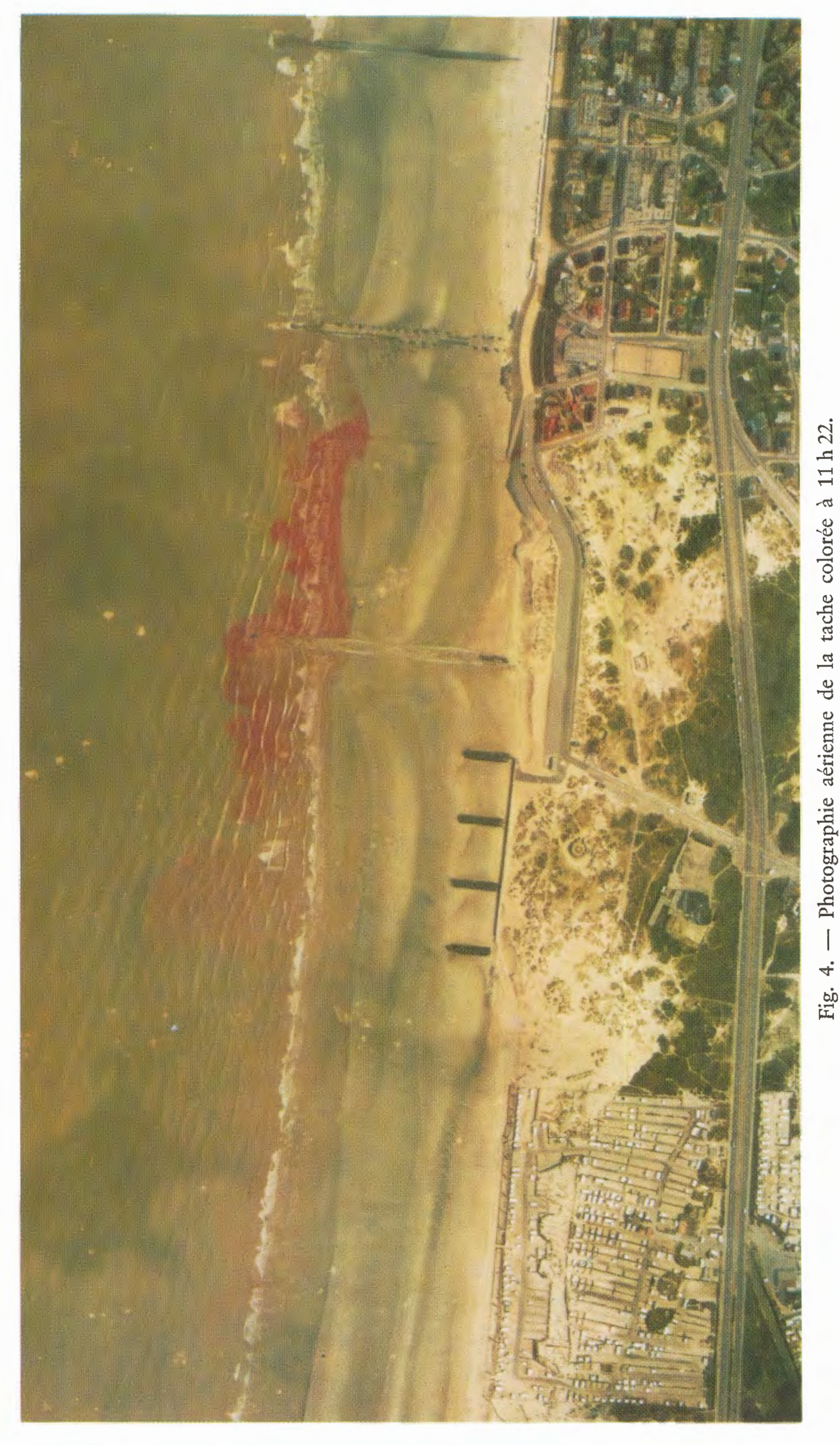


Fig. 4. — Photographie aérienne de la tache colorée à 11 h 22.

Z. DARTEVELLE, J. PINON, R. ROUSSEAU et W. DESCHACHT.
Diffusion et migration de l'eau polluée le long des plages belges.
Nouvelle expérience avec rejet de 100 kg de rhodamine B.
Conclusions préliminaires.

Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. — T. 50, N° 8 Biologie, 1974.
Bull. K. Belg. Inst. Nat. Wet. — D. 50, Nr 8 Biologie, 1974.



Fig. 5. — Photographie aérienne de la tache colorée à 14 h 08.

Z. DARTEVELLE, J. PINON, R. ROUSSEAU et W. DESCHACHT.
Diffusion et migration de l'eau polluée le long des plages belges.
Nouvelle expérience avec rejet de 100 kg de rhodamine B.
Conclusions préliminaires.

Ceci confirme les constatations de M. PETIT (cité par L. VAN MEEL, 1972) selon lesquelles les vents dominants, dans la Mer Flamande, sont soit directement contraires, soit directement favorables à la marche des courants.

Tenant compte du fait que la direction prédominante des courants est parallèle à la côte, il est assez logique de voir les rejets s'étendre à diverses distances selon les conditions météorologiques ou astronomiques mais rester étroitement liés à la bordure de l'eau, aidés en cela par leur moindre densité et par le freinage latéral que leur font subir le ressac et la faible profondeur de l'eau.

Rappelons que les points de déversement d'eaux résiduaires en mer, inventoriés en 1971 par le Service Côtier du Ministère des Travaux Publics, sont au nombre de 9 et qu'ils reçoivent les décharges d'une population estivale estimée à plus de 800 000 individus; ce qui permet d'évaluer, compte tenu des stations d'épuration en service, à environ 200 tonnes par jour, la quantité de matières fécales rejetées en mer durant les mois de juillet et août. (*)

Qu'il nous soit permis de conclure de manière péremptoire que tout rejet d'eau polluée dans les eaux littorales devrait être strictement et définitivement interdit.

Les études concernant la diffusion et la migration des eaux déversées en mer contribuent à une meilleure connaissance de la cinétique de la pollution microbiologique et même de l'écologie générale des eaux côtières; elles permettent aussi un choix plus judicieux des solutions à apporter pour remédier à des situations défavorables.

J. BRISOU (1974) insiste sur la diversité de ce choix : destruction, transformation ou même utilisation rationnelle des déchets, actions qui s'inscrivent dans le cadre de développement de la « science des déchets » inexistante encore il y a quelques dizaines d'années.

Assainir en produisant de l'énergie constitue l'idée directrice que cet expert estime devoir proposer après analyse de la situation actuelle. Dans le cadre de notre étude, l'aspect positif et encourageant d'une telle proposition se devait d'être signalé.

REMERCIEMENTS

Notre gratitude va, en premier lieu, au Professeur A. CAPART; l'intérêt qu'il porte au problème des pollutions marines est bien connu.

Les encouragements qu'il nous a prodigués et les moyens qu'il a bien voulu mettre à notre disposition nous ont permis de mener à bien cette recherche.

(*) Lors du deuxième Colloque International sur l'Exploitation des Océans, qui s'est tenu à Bordeaux du 1er au 4 octobre 1974, le Docteur HAULOT, Commissaire Général au Tourisme, a signalé que le nombre de nuitées à la côte belge durant l'année 1973 s'est élevé à 16 millions, contre 27 millions de nuitées pour toute la Belgique durant la même année.

Nous remercions les Collèges des Bourgmestre et Echevins des communes de Westende et de Bredene pour l'aide efficace qu'ils nous ont apportée.

Les photographies aériennes ont pu être réalisées grâce à la précieuse collaboration de l'Institut Géographique Militaire.

De nombreuses autres personnes ont également, à titre officiel ou privé, participé avec compétence et dévouement à cette opération.

A tous, nous tenons à exprimer notre reconnaissance.

Laboratoire de Bacteriologie,
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.
Laboratorium voor Biologie,
Militair Hospitaal Oostende.
Wing Metéorologique de la Force Aérienne Belge.
Rijksstation Zeevisserij Oostende.

Tableau chronologique des résultats
(ABSC et ORD en mm à l'échelle 1/5.000)

N° (1)	Heure (2)	ABSC (3)	ORD (4)	Concentration en 10^{-9} g/ml (5)
1	09 h 31	7,4	65,4	0,296
2	09 h 32	1,0	59,7	10.600
3	09 h 35	— 0,3	65,3	29,6
4	09 h 36	— 22,9	62,0	49,2
5	09 h 40	— 4,9	62,7	1.380
6	09 h 41	— 14,5	61,0	24,6
7	09 h 43	— 26,9	63,5	215
8	09 h 45	— 34,6	71,7	167
9	09 h 49	— 24,1	66,4	900
10	09 h 50	— 24,4	69,0	228
11	09 h 51	— 23,9	62,5	705
12	09 h 52	— 33,0	67,9	427
13	09 h 53	— 16,2	60,1	950
14	09 h 55	— 16,7	61,2	450
15	09 h 56	— 39,9	56,4	1.450
16	09 h 57	— 13,3	55,3	12.300
17	09 h 58	— 14,6	63,9	12
18	09 h 59	— 17,4	66,1	22,5
19	10 h 01	— 6,1	55,0	482
20	10 h 03	— 4,1	62.3	0,212
21	10 h 07	0,1	48,5	163
22	10 h 08	0,4	58,5	0,546
23	10 h 09	— 55,4	55,4	12,3
24	10 h 11	— 56,4	61,9	8,66
25	10 h 14	— 48,4	52,2	7,9
26	10 h 16	— 48,1	58,3	165
27	10 h 17	— 79,6	68,9	49,5
28	10 h 18	— 81,9	69,1	45,6
29	10 h 19	— 48,5	61,8	88
30	10 h 20	— 87,2	68,8	68,4
31	10 h 23	5,2	49,3	4.630
32	10 h 28	6,3	55,2	12,7
33	10 h 29	7,1	51,0	19.500
34	10 h 30	7,7	44,2	13.500
35	10 h 33	14,9	48,5	3.600
36	10 h 34	— 116,5	45,6	0,48
37	10 h 37	— 117,0	55,2	13
38	10 h 38	— 116,5	61,4	5,65
39	10 h 40	— 113,8	65,5	11,7
40	10 h 41	— 105,6	73,9	0,41
41	10 h 43	— 57,4	42,4	1,6
42	10 h 46	— 87,9	50,1	22,3
43	10 h 47	— 90,6	59,5	6,68
44	10 h 48	— 91,0	63,5	0,468
45	10 h 49	— 92,1	68,9	0,0205
46	10 h 52	— 31,1	45,6	302
47	10 h 53	— 27,5	45,2	1.350
48	11 h 09	9,9	43,7	300
49	11 h 11	25,1	60,5	119
50	11 h 13	28,3	45,2	69,4

Tableau chronologique des résultats (*suite*)

N° (1)	Heure (2)	ABSC (3)	ORD (4)	Concentration en 10^{-9} g/ml (5)
51	11 h 14	29,3	51,1	88,8
52	11 h 15	30,0	55,0	42,9
53	11 h 17	29,1	61,7	35,2
54	11 h 19	32,6	53,7	0,272
55	11 h 22	8,5	36,2	2.930
56	11 h 23	9,2	40,3	975
57	11 h 25	9,0	46,2	17,5
58	11 h 26	10,8	56,5	153
59	11 h 27	— 225,5	42,2	6,12
60	11 h 29	— 181,6	48,0	11,2
61	11 h 30	— 180,9	51,6	11,5
62	11 h 33	— 6,3	36,3	932
63	11 h 34	— 1,9	38,9	403
64	11 h 35	— 3,7	52,7	21,7
65	11 h 37	— 160,7	31,8	17,2
66	11 h 38	— 159,5	40,2	108
67	11 h 40	— 159,1	46,2	12,8
68	11 h 41	— 105,9	68,9	12,3
69	11 h 42	— 114,0	76,0	6,65
70	11 h 43	— 121,8	78,2	1,1
71	11 h 49	— 160,1	30,9	12,8
72	11 h 51	— 169,9	44,9	7,4
73	11 h 53	— 163,5	40,7	3,36
74	11 h 59	— 115,7	28,5	54
75	12 h 01	— 115,4	31,2	43
76	12 h 03	— 117,9	33,1	34,8
77	12 h 14	— 155,1	23,7	1,8
78	12 h 29	— 163,2	17,9	15,6
79	12 h 31	— 161,2	21,6	20,8
80	12 h 32	— 159,1	23,1	17,0
81	12 h 40	— 106,6	13,1	53
82	12 h 41	— 93,7	14,2	36,0
83	12 h 42	— 101,6	15,1	14,5
84	12 h 53	— 134,5	11,2	13,0
85	12 h 54	— 139,6	14,2	1,6
86	12 h 55	— 140,5	16,6	1,12
87	13 h 00	6,1	13,3	61,3
88	13 h 02	21,1	11,6	96,3
89	13 h 04	25,7	16,9	67,0
90	13 h 06	37,9	13,2	22,8
91	13 h 07	37,4	17,9	33,7
92	13 h 08	— 30,8	18,7	120
93	13 h 09	— 32,3	29,9	70,4
94	13 h 10	— 15,3	32,1	11,2
95	13 h 12	— 4,5	24,4	25,9
96	13 h 13	— 4,5	16,0	50,2
97	13 h 14	5,5	12,0	35,0
98	13 h 15	111,7	43,8	24,1
99	13 h 16	10,9	26,8	13,8
100	13 h 21	26,9	16,4	35,0
101	13 h 24	172,0	18,5	0,296

Tableau chronologique des résultats (*suite*)

N° (1)	Heure (2)	ABSC (3)	ORD (4)	Concentration en 10^{-9} g/ml (5)
102	13 h 25	101,4	12,4	0,31
103	13 h 26	— 24,9	3,7	88,7
104	13 h 27	— 19,1	4,7	44,0
105	13 h 28	— 18,8	6,1	61,8
106	13 h 33	— 45,5	6,2	88,6
107	13 h 34	— 45,9	7,6	60,2
108	13 h 35	— 49,4	10,4	60,6
109	13 h 42	131,9	33,9	14,8
110	13 h 48	— 16,9	46,6	3,8
111	13 h 49	129,2	10,8	2,7
112	13 h 50	138,6	36,7	12,3
113	13 h 51	126,4	14,0	0,88
114	13 h 53	— 23,9	5,1	39,3
115	13 h 54	— 10,9	4,1	48,0
116	13 h 55	— 7,7	4,0	44,82
117	13 h 56	144,1	10,7	2,32
118	13 h 57	147,3	17,0	2,2
119	13 h 58	147,3	34,0	27,9
120	14 h 03	127,3	33,6	39
121	14 h 04	89,1	9,9	4,8
122	14 h 05	110,2	18,7	375
123	14 h 06	99,7	29,2	15,5
124	14 h 07	123,6	34,3	29,5
125	14 h 08	96,1	48,4	0,676
126	14 h 12	85,1	23,4	19,3
127	14 h 14	— 34,2	4,7	21,5
128	14 h 15	— 31,7	5,8	6,77
129	14 h 16	— 30,4	8,1	7,0
130	14 h 18	156,4	10,7	16,2
131	14 h 19	181,3	17,5	18,7
132	14 h 21	181,3	37,0	25,5
133	14 h 22	173,5	30,1	29,0
134	14 h 23	69,1	31,0	15,0
135	14 h 24	19,1	10,4	54,8
136	14 h 26	1,9	9,0	40,3
137	14 h 27	— 4,9	3,1	38,0
138	14 h 28	— 7,0	3,5	48,6
139	14 h 31	— 9,7	6,6	38,2
140	14 h 32	— 2,9	14,7	27,4
141	14 h 34	— 7,3	12,1	59,6
142	14 h 36	— 16,1	21,3	23,0
143	14 h 38	— 20,1	8,3	20,5
144	14 h 39	48,1	11,5	27,0
145	14 h 41	48,8	15,2	25,7
146	14 h 43	460,9	33,3	6,2
147	14 h 47	409,9	38,9	8,7
148	14 h 48	12,2	4,7	50,0
149	14 h 50	12,3	6,2	47,0
150	14 h 51	13,0	8,2	51,0
151	14 h 54	296,9	39,4	9,45
152	14 h 56	249,8	30,9	17,6

Tableau chronologique des résultats (*suite*)

N° (1)	Heure (2)	ABSC (3)	ORD (4)	Concentration en 10^{-9} g/ml (5)
153	15 h 00	200,0	27,1	21,5
154	15 h 01	— 11,9	4,0	43,7
155	15 h 02	— 12,0	6,1	30,0
156	15 h 03	— 10,7	10,9	26,2
157	15 h 05	154,5	32,0	16,0
158	15 h 09	80,6	28,6	16,2
159	15 h 11	21,1	28,8	47,0
160	15 h 16	25,7	9,4	43,0
161	15 h 17	25,8	15,0	45,0
162	15 h 18	27,1	17,0	45,0
163	15 h 37	333,7	11,1	3,75
164	15 h 38	316,2	10,6	1,68
165	15 h 40	324,4	13,4	4,1
166	15 h 42	326,2	20,6	6,62
167	15 h 43	300,8	16,0	7,9
168	15 h 50	298,0	22,4	4,5
169	15 h 51	56,9	18,5	28,9
170	15 h 52	51,9	21,9	26,4
171	15 h 57	273,6	10,5	20,0
172	16 h 03	271,5	5,7	7,58
173	16 h 05	225,0	10,2	3,68
174	16 h 10	193,1	15,0	22,0
175	16 h 11	108,2	22,1	16,0
176	16 h 12	244,2	67,0	15,8
177	16 h 13	238,2	68,1	6,08
178	16 h 14	128,0	31,7	19,0
179	16 h 15	229,0	62,7	19,6
180	16 h 16	116,4	30,9	16,0
181	16 h 17	185,3	35,4	25,8
182	16 h 18	223,5	64,2	8,44
183	16 h 19	225,3	65,1	21,0
184	16 h 20	146,4	35,6	15,5
185	16 h 21	217,9	57,9	17,5
186	16 h 23	155,9	22,0	17,0
187	16 h 27	149,2	22,4	16,8
188	16 h 28	147,4	30,4	13,4
189	16 h 29	204,7	45,5	7,0
190	16 h 30	148,5	32,5	9,68
191	16 h 31	199,0	42,4	12,8
192	16 h 32	189,8	50,5	84,5
193	16 h 34	186,4	42,5	18,2
194	16 h 35	171,8	64,0	19,0
195	16 h 36	173,8	75,2	9,38
196	16 h 37	163,7	76,5	11,6
197	16 h 38	205,2	20,0	5,6
198	16 h 39	156,4	58,8	22,0
199	16 h 40	202,4	28,4	9,5
200	16 h 41	202,3	31,8	4,06
201	16 h 42	144,8	54,6	15,0
202	16 h 44	130,3	74,5	3,18
203	16 h 45	125,8	71,8	8,8

Tableau chronologique des résultats (*suite et fin*)

N° (1)	Heure (2)	ABSC (3)	ORD (4)	Concentration en 10^{-9} g/ml (5)
204	16 h 47	109,5	67,6	1,82
205	16 h 48	221,8	16,7	5,80
206	16 h 49	109,0	59,4	13,0
207	16 h 50	229,0	26,6	4,4
208	16 h 52	225,8	32,2	4,48
209	16 h 58	— 40,9	42,4	2,6
210	16 h 59	193,4	27,5	1,58
211	17 h 00	— 25,5	47,1	2,7
212	17 h 01	193,1	32,0	12,0
213	17 h 02	— 7,7	49,9	1,3
214	17 h 03	192,8	37,1	4,78
215	17 h 04	21,5	50,1	2,4
216	17 h 07	45,2	72,3	3,12
217	17 h 08	65,7	80,9	9,3
218	17 h 09	147,6	30,1	13,0
219	17 h 10	148,3	33,5	9,32
220	17 h 11	126,1	78,4	9,5
221	17 h 12	144,7	42,6	6,4
222	17 h 13	155,2	82,1	9,23
223	17 h 18	288,5	107,6	6,18
224	17 h 23	190,8	32,2	15,0
225	17 h 25	190,7	36,7	8,66
226	17 h 27	190,4	39,5	7,05
227	17 h 30	739,5	131,9	1,6
228	17 h 33	667,7	83,5	0,768
229	17 h 36	624,7	74,4	1,42
230	17 h 38	593,4	66,9	2,5
231	17 h 41	515,7	71,6	5,85
232	17 h 45	415,7	41,6	1,6
233	17 h 48	359,5	87,2	1,8
234	17 h 50	291,4	106,4	1,5
235	17 h 52	236,6	109,2	6,54
236	17 h 53	208,4	83,5	4,66
237	17 h 54	190,0	40,8	8,6
238	17 h 56	189,6	52,2	0,742
239	17 h 57	188,3	45,7	5,2
240	18 h 00	72,2	77,9	3,12
241	18 h 02	32,3	88,0	0,78
242	18 h 03	7,3	87,1	13,5
243	18 h 04	134,2	43,9	6,36
244	18 h 05	— 16,9	78,3	14,8
245	18 h 06	139,1	48,3	4,66
246	18 h 07	— 42,9	87,0	8,8
247	18 h 09	— 107,9	93,2	8,06
248	18 h 10	— 130,9	88,8	5,62
249	18 h 12	— 117,6	65,7	1,67
250	18 h 13	72,9	46,6	6,76
251	18 h 14	70,7	53,0	5,6
252	18 h 15	— 62,4	72,0	2,15
253	18 h 16	— 25,3	77,1	7,9
254	18 h 19	— 4,6	72,7	0,25
255	18 h 22	7,7	34,6	18,0
256	18 h 24	— 4,8	41,8	6,3

Index Bibliographique

Barbette, J.
1971. Evaluation des populations bactériennes. — *C. I. P. S.*, Technical Report 1971/01 : Bact. 01.

Bouquiaux, J. et Herman, P.
1972. Inventaire de la pollution côtière. — Journées d'études 6-7-8 novembre 1972. Prog. nat. environnement physique et biologique. Pollution des eaux. Projet mer. Modèle mathématique. Rapport de synthèse II, Liège 1973, pp. 421-453.

Brisou, J.
1974. *Mesures visant à assurer la salubrité du littoral en Méditerranée.* — Conférence Interparlementaire des Pays Côtiers sur la lutte contre la Pollution de la Mer Méditerranée. Rome, 29 mars-3 avril 1974. Conf/Med/74/A-3.

Dartevelle, Z.
1971. *Contribution à l'étude des relations entre les paramètres physico-chimiques et la pollution bactériologique des eaux marines du littoral belge et de l'estuaire de l'Escaut.* — Nato Subcommittee on Oceanographic Research, Technical Report N. 59, Brussels.
1973. Considérations sur l'état bactériologique de quelques plages belges. — *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg.*, 49, 2.

De Coninck, L.
1972. *Etudes bactériologiques.* — Journées d'études 6-7-8 novembre 1972. Progr. nat. environnement physique et biologique. Pollution des eaux. Projet mer. Modèle mathématique. Rapport de synthèse II, Liège 1973, pp. 399-419.

Kufferath, J.
1970. Contributions à l'étude des bactéries des eaux marines du littoral belge. — *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 46, 36.

Lafontaine, A., De Maeyer-Cleempoel, S., Barbette, J. De Brabander, K., Moncousin, H., van Oye, E., Maes, L., Robinet, R., De Leener, J. et Gryson, A.
1973. La pollution bactérienne des eaux de mer le long du littoral belge. — *Arch. belg. Méd. soc. Hyg. Méd. Trav. Méd. lég. belg.*, 30, 8; pp. 517-555.

Leloup, E. et Polk, P.
1966. Observations sur la salissure dans le port d'Ostende. — *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 42, 23.

Persoone, G.
1964-1968. Contributions à l'étude des bactéries marines du littoral belge. — *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 41, 5, -41, 12, -42, 6, -44, 26.

Persoone, G. et De Pauw, N.
1968. Pollution in the harbour of Ostend (Belgium). Biological and hydrographical consequences. — *Helgoländer wiss. Meeresunters*, 17, pp. 302-320.

Pinon, J., Pijck, J. et Van Cauwenberghe, C.
1972. Microbiological sea water contamination along the belgian coast. 1. — Geographical consideration. — *Rev. Int. Océanogr. Méd.* t. XXVII, pp. 5-15.

Pinon, J. et Pijck, J.
1972. Microbiological sea water contamination along the belgian coast. 2. — Techniques-Norms-Preliminary results. — *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, t. XXVII, pp. 17-40.

Pinon, J., Dartevelle, Z. et Deschacht, W.
Diffusion and Drift of Polluted Water along the Belgian Coast. An experiment with 10 kg Rhodamine B (à paraître).

Polk, P.
1972. *Le plancton.* — Journées d'études 6-7-8 novembre 1972. Progr. nat. environnement physique et biologique. Pollution des eaux. Projet mer. Modèle mathématique. Rapport de synthèse II, Liège 1973, pp. 325-383.

Van Meel, L.
1972. *La Mer du Nord Méridionale, le Pas-de-Calais et la Manche. Essai d'écologie marine principalement en ce qui concerne le microplancton.* — V. 1. — Etude du milieu. Patrimoine de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.